



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

DESIGN OF COMMUNICATION NETWORK INFRASTRUCTURE FOR OFFICE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Guzma

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Martin Guzma**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh komunikační síťové infrastruktury administrativní budovy

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretické podklady práce
Analýza současného stavu a požadavků
Rozbor možných řešení a výběr optimálního z nich
Vlastní návrh řešení
Závěrečné zhodnocení výsledků
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je návrh projektu řešícího kabelážní systém a aktivní prvky počítačové sítě administrativní budovy. Jedná se o řešení pro novou administrativní budovu zahrnující pevný i bezdrátový přístup k datovým službám s přístupem i do veřejného Internetu. Vstupem pro návrh je půdorys plánované budovy a seznam požadavků na kabeláž i aktivní prvky stanovený investorem. Práce bude obsahovat jak teoretickou průpravu, tak i rozbor požadavků a vlastní návrh řešení završený projektovou dokumentací.

Základní literární prameny:

HORÁK, J. a M. KERŠLÁGER. Počítačové sítě pro začínající správce. 5. aktual. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-2513-25-0.

SOSINSKY, B. A. Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom počítačovej siete pre administratívnu budovu v plánovanej výstavbe. Východiskami návrhu sú v prvom rade požiadavky budúceho vlastníka a pôdorys stavby. V práci sú ďalej popísané postupy a prostriedky potrebné pre realizáciu počítačovej siete.

Abstract

This Bachelor thesis deals with design of computer network of new projected office building. Whole design is based on requirements of the future owner and certainly on the ground plan of the building. The thesis also describes the procedures and components necessary to build a computer network.

Kľúčové slová

referenčný model ISO/OSI, UTP, dátový rozvádzač, LAN, počítačová sieť, aktívne prvky

Key words

reference model ISO/OSI, UTP, data rack, LAN, computer network, network elements

Bibliografická citácia

GUZMA, Martin. *Návrh komunikační síťové infrastruktury administrativní budovy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2019. 64 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácie použitých prameňov sú úplné, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 12. mája 2019

.....

podpis študenta

Pod'akovanie

Moje veľké pod'akovanie patrí hlavne pánovi doc. Ing. Vítovi Novotnému, Ph.D. a Ing. Vilémovi Jordánovi, za cenné rady a odbornú pomoc počas vypracovania bakalárskej práce. V neposlednej rade chcem pod'akovať rodine za podporu počas posledných mesiacov.

Obsah

ÚVOD	11
1 CIEĽ A METODIKA PRÁCE	12
2 Teoretické východiská práce	13
2.1 Počítačová sieť	13
2.2 Siete podľa rozsahu	13
2.2.1 LAN	13
2.2.2 MAN	13
2.2.3 WAN	14
2.3 Topológie sietí	14
2.3.1 Zbernica	14
2.3.2 Kruh	14
2.3.3 Hviezda	15
2.4 Model ISO / OSI	15
2.4.1 Fyzická vrstva	16
2.4.2 Sieťová vrstva	16
2.4.3 Transportná vrstva	16
2.4.4 Relačná vrstva	17
2.4.5 Prezentačná vrstva	17
2.4.6 Aplikačná vrstva	17
2.5 TCP/IP	17
2.5.1 Internet Protokol	18
2.5.2 Protokoly UDP a TCP	18
2.5.3 Aplikačné protokoly	19
2.6 Ethernet	19
2.7 Kabelážny systém	19
2.7.1 Základné pojmy	19
2.7.2 Normy	20
2.8 Prenosové prostredia	20
2.8.1 Metalická kabeláž	21
2.8.2 Optická kabeláž	22

2.9	Sekcie kabelážneho systému	22
2.9.1	Chrbtová sekcia.....	22
2.9.2	Horizontálna sekcia.....	23
2.9.3	Pracovná sekcia.....	23
2.10	Prvky kabelážneho systému	23
2.10.1	Spojovanie	23
2.10.2	Organizácia	24
2.10.3	Značenie.....	25
2.11	Aktívne prvky.....	26
2.11.1	Repeater	26
2.11.2	Switch	26
2.11.3	Router.....	26
3	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	27
3.1	Analýza súčasného stavu.....	27
3.2	Popis firmy	27
3.3	Popis miesta	27
3.4	Popis budovy	27
3.5	Popis miestností	29
3.5.1	1. Podlažie.....	29
3.5.2	2.Podlažie.....	30
3.6	Požiadavky investora	32
3.7	Investícia	32
3.8	Zhrnutie analýzy.....	33
4	Vlastný návrh riešenia	34
4.1	Topológia siete	34
4.2	Technológia prenosu	34
4.3	Prípojné miesta.....	34
4.4	Káblové trasy	36
4.4.1	1.Podlažie.....	36
4.4.2	2.Podlažie.....	37
4.5	Kabeláž.....	37
4.5.1	Horizontálna sekcia.....	37

4.5.2	Pracovná sekcia.....	38
4.6	Spojovacie prvky kabeláže.....	38
4.6.1	Dátové zásuvky.....	39
4.6.2	Konektory	39
4.6.3	Podlahový box	40
4.6.4	Elektroinštalačné krabice	41
4.6.5	Patch Panel.....	41
4.7	Organizácia kabeláže	42
4.7.1	Dátový rozvádzač	42
4.7.2	Organizéry kabeláže	43
4.8	Vedenie kabeláže	43
4.8.1	Žľaby.....	43
4.8.2	Trubky.....	44
4.9	Aktívne prvky.....	45
4.9.1	Switch	45
4.9.2	Router.....	45
4.9.3	Access point.....	46
4.10	Značenie	46
4.10.1	Dátový rozvádzač	46
4.10.2	Patch panely	47
4.10.3	Dátové zásuvky.....	47
4.10.4	Káble.....	47
4.11	Logická schéma siete	48
4.12	Ekonomické zhodnotenie	49
	ZÁVER	50
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	51
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	52
5	ZOZNAM OBRÁZKOV	55
6	ZOZNAM TABULIEK	56
7	ZOZNAM PRÍLOH.....	57

ÚVOD

Informácia, komunikácia, prenos dát. Tieto na prvý pohľad nesúvisiace slová majú jedno spoločné – Internet. V dnešnej dobe samozrejmosť, ktorá nám uľahčuje a spríjemňuje každodennú prácu. Komunikuje, informujeme, prenášame dáta napríklad pomocou emailov. Vždy očakávame že dorazia čo najrýchlejšie, bez zmeny a správneho príjemcovi.

Práve preto, je nevyhnutné vybudovať kvalitnú počítačovú sieť. Nejde len o prepojenie pár káblov. Je nevyhnutné zosúladienie a konfigurácia mnohých prvkov aby všetko fungovalo tak, ako má.

Kvalitná sieťová štruktúra je v dnešnej dobe takmer nevyhnutná pre väčšinu firiem. Preto je potrebné už pri skorom návrhu stavebného plánu sa zamerať aj na túto oblasť. Požiadavky budúceho majiteľa by mali byť jedným z hlavných faktorov, pri budovaní firemnej počítačovej siete. Počet a rozmiestnenie zásuviek, dostupnosť v miestnostiach, pokrytie bezdrôtovým pripojením, telefónia...

1 CIEĽ A METODIKA PRÁCE

Hlavným cieľom tejto práce je vytvorenie návrhu sieťovej infraštruktúry v plánovanej administratívnej budove. Systém by mal v prvom rade spĺňať všetky nevyhnutné štandardy a to nie len v prípade spoľahlivosti, ale aj bezpečnosti. Toto všetko musí byť vhodne zakomponované a zosúladené s požiadavkami budúceho investora.

V prvej časti práce budú popísané teoretické východiská. Tie sú nevyhnutné k pochopeniu základnej problematiky a následný návrh riešenia.

Druhá časť práce sa bude zberať analýzou súčasného stavu. Podkladom bude pôdorys budovy v rámci ktorej je navrhnuté rozloženie a rozloha miestností. Súčasťou budú aj požiadavky investora, ktoré musia byť v návrhu zahrnuté.

Posledná časť bude patriť samotnému návrhu infraštruktúry, ktorá zahŕňa použité technológie, rozmiestnenie prípojných miest, použitie vybraných komponentov, návrh trás kabeláže a jej značenie. Na záver dôjde k ekonomickému zhodnoteniu.

2 Teoretické východiská práce

Táto časť práce popisuje základné pojmy a princípy nevyhnutné pre návrh počítačovej siete.

2.1 Počítačová sieť

Počítačová sieť je spojením medzi dvomi alebo viacerými počítačmi za účelom výmeny dát medzi nimi. Skladá sa z rôznych stavebných blokov ako sú napríklad počítače, prepínače, káble, atď. Pri klasifikácii siete zvažujeme faktory, ako počet prepojených prvkov, rozmiestnenie, a spôsoby ich prepojenia. Najmenšiu sieť tvorí priame prepojenie dvoch počítačov káblom (2).

2.2 Siete podľa rozsahu

Kritériom rozdelenia sietí môže byť ich rozľahlosť. Podľa toho, siete delíme na hlavné kategórie LAN, MAN, WAN.

2.2.1 LAN

Sieť pokrývajúcu kanceláriu, podlažia alebo budovu sa nazýva „miestna sieť“ (Local Area network, LAN). Siete LAN môžu byť založené na niekoľkých rôznych protokoloch a prepájajú rôzne typy klientov. Prenosové rýchlosti sa v dnešnej dobe pohybujú medzi 10Mb/s až 10 Gb/s (2).

2.2.2 MAN

Metropolitná sieť (MAN), prepája používateľov v geografickej oblasti, ktorá pokrýva územie väčšie ako sieť LAN. Pomenovanie sa používa hlavne pri mestských sieťach, ktoré môžu tvoriť efektívne prepojenia a vytvoriť rozsiahlejšiu sieť (2).

2.2.3 WAN

Rozľahlé siete, zložené z niekoľkých navzájom prepojených LAN sietí sa nazývajú WAN. Ich prepojenie je zabezpečené pomocou špeciálnych liniek alebo bezdrôtovo. Rozľahlosť môže byť rôzna, od firiem, až po celosvetové prepojenie (2).

2.3 Topológie sietí

Jedným z možných rozdelení počítačových sietí je ich topológia. Jedná sa o rozloženie, sieťových prvkov, nie len zariadení, ale aj ich prepojení.

Sieť môže byť posudzovaná z hľadiska fyzickej topológie, ktorá sa zaoberá vzťahmi medzi fyzickými zariadeniami a prvkami, alebo z hľadiska logickej topológie, ktorá popisuje vzťahy funkčných zložiek siete. Medzi základné rozdelenie fyzických topológií patria zbernica (BUS), kruh (RING) a hviezda (STAR) alebo polynóm. V praxi sa často vyskytuje ich kombinácia (2,6).

2.3.1 Zbernica

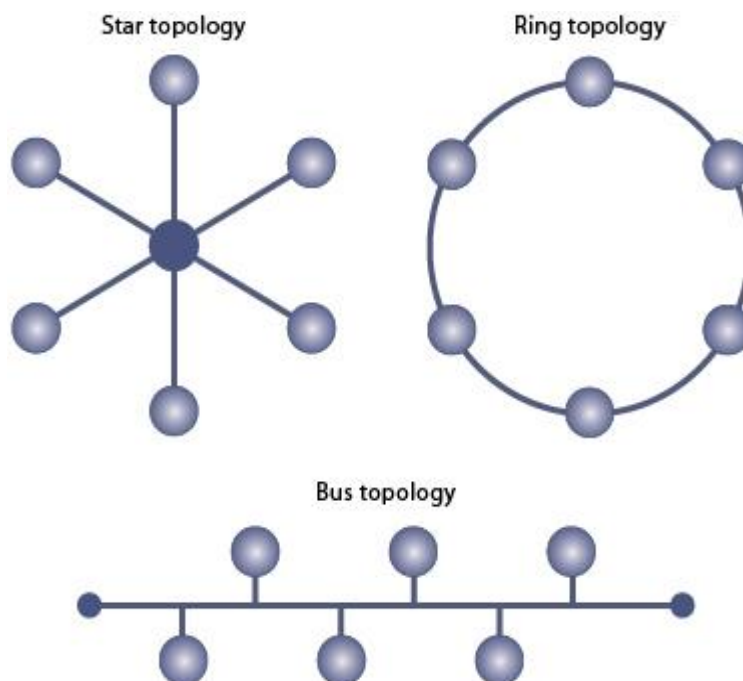
Spája dva alebo viac sieťových uzlov, ktoré sú označované ako koncové body. Príkladom priamej zbernice môže byť chrbticové vedenie. Všetky dáta musia na trase z jedného koncového bodu k inému putovať po zbernici. Tie, pokiaľ nedorazia do cieľa, musia prejsť cez všetky predchádzajúce uzly. To má za následok oneskorenie, v dôsledku šírenia signálu po jednotlivých uzloch (2,6).

2.3.2 Kruh

Topológia znázorňuje uzavretú slučku, v ktorej je každý uzol zároveň začiatočným aj koncovým bodom dátových prenosov. V kruhovej sieti, sa dáta pohybujú v smere dookola od uzla k uzlu, kým nedorazia k cieľovému uzlu, ktorý dáta prijme. Výber jedného pevného smeru prenosu v kruhovej sieti je potrebný pre zabránenie kolízií signálu. Najznámejšími príkladmi kruhovej topológie sú siete typu Token ring (2,6).

2.3.3 Hviezda

Hviezda je najčastejšie používanou sieťovou topológiou. Jednotlivé bodové spojenia vystupujú z jediného, centrálného uzla. Všetky dáta prechádzajú v tejto sieti nutne centrálnym uzlom. Hlavnou výhodou je, že ak dôjde k výpadku spojenia medzi centrálnym uzlom a zariadením, nie je ovplyvnená činnosť ostatných zariadení (2,6).



Obrázok 1: Topológie sietí (10)

2.4 Model ISO / OSI

Primárnym účelom sietí je vzájomné prepojenie, a tak vznikla potreba stanoviť pravidlá pre prenos dát v sieťach a medzi nimi. Medzinárodný inštitút pre normalizáciu ISO vypracoval referenčný model OSI, ktorý rozdelil sieť do 7 vzájomne spolupracujúcich vrstiev (2).

Princíp spočíva v tom že vyššia vrstva prevezme úlohu od podriadených vrstvy, spracuje ju a odovzdá vrstve nadradenej (2).

2.4.1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva je zodpovedná za aktiváciu, komunikáciu a deaktiváciu fyzického okruhu medzi DTE a DCE. Pod skratku DTE môžeme zahrnúť počítač alebo smerovač, zatiaľ čo pod DCE modem alebo multiplexor (1,2).

Na fyzickej vrstve často dochádza k vytvoreniu Fyzického okruhu. Znamená to, že medzi dva komunikujúce počítače je vložené ďalšie zariadenie, napríklad modem, ktorý upravuje signál do vhodnej podoby (1)

2.4.2 Linková vrstva

Linková vrstva zaisťuje v sériových linkách výmenu dát medzi susednými počítačmi a v prípade lokálnej siete výmenu dát v rámci lokálnej siete. Základnou jednotkou prenosu dát je dátový rámec. Dátový rámec sa skladá zo záhlavia (Header), prenášaných dát (Payload) a päta (Trailer) (1).

2.4.3 Sieťová vrstva

Sieťová vrstva zabezpečuje prenos dát medzi počítačmi v globálnej sieti. Základnou jednotkou prenosu je sieťový paket.(1).

V rozsiahlych sieťach medzi počítačmi sa nachádza primárne jeden, alebo viac smerovačov. Medzi susednými smerovačmi je na linkovej vrstve vždy priame spojenie. Smerovač rozbalí sieťový paket z dátového rámca a pred odoslaním do inej linky ho opäť zabalí do iného dátového rámca (1).

2.4.4 Transportná vrstva

Sieťová vrstva zabezpečí spojenie medzi vzdialenými počítačmi, takže transportnej vrstve sa javí, ako keby žiadne aktívne prvky v sieti neboli. Transportná vrstva sa spolieha na služby nižších vrstiev. Zároveň je nastavená tak, aby predpokladala že spojenie medzi počítačmi už je nadviazané (1,2).

Jednotkou prenosu je transportný paket, ktorý sa opäť skladá zo záhlavia a dátovej časti. Transportný paket sa prenáša v dátovej časti sieťového paketu (1).

2.4.5 Relačná vrstva

Relačná vrstva nadväzuje a po skončení prenosu ukončuje spojenie. Základnou jednotkou je relačný paket, ktorý sa opäť vkladá do transportného paketu. Adresácia sa už nevykonáva nakoľko prebehla v transportnej vrstve (1,2).

2.4.6 Prezentačná vrstva

Prezentačná vrstva je zodpovedná za reprezentáciu a zabezpečenie dát. Reprezentácia dát môže byť na rôznych počítačoch rôzna. Preto dochádza k zjednoteniu formy prenášaných dát. Zabezpečením sa rozumie šifrovanie, zabezpečenie integrity dát, digitálne podpisovanie. V mnohých prípadoch splýva s relačnou vrstvou (1,2).

2.4.7 Aplikačná vrstva

Aplikačná vrstva predpisuje, v akom formáte a ako majú byť dáta preberané a odovzdávané od aplikačných programov. (TCP/IP) Poskytuje a zaisťuje prístup k súborom(na iných počítačoch), vzdialený prístup k tlačiarňam, správu siete, elektronické správy (1,2)...

2.5 TCP/IP

V prípade TCP/IP sa jedná o skupinu komunikačných protokolov. Až na niektoré výnimky sa nezaobera fyzickou a linkovou vrstvou. Vznikla postupne na základe požiadaviek z praxe, kde využila fungujúce riešenia (napr. ethernet). Z dôvodu že každá skupina má vlastnú definíciu svojich vrstiev aj protokolov jednotlivých vrstiev sú protokoly ISO OSI a TCP/IP všeobecne nespojitelné (1,8).

2.5.1 Internet Protokol

IP-protokol môžeme priradiť k sieťovej vrstve. Prenáša IP datagramy medzi vzdialenými počítačmi. Každý IP datagram vo svojom záhlaví nesie adresu príjemcu, čo je informácia pre dopravu IP datagramu k adresátovi. Takže sieť môže prenášať každý IP datagram. Každé sieťové rozhranie v rozsiahlej sieti má svoju celosvetovo jednoznačnú IP adresu. (1,7).

2.5.2 Protokoly UDP a TCP

Protokoly TCP a UDP zodpovedajú transportnej vrstve. Protokol TCP prenáša dáta pomocou TCP segmentov, ktoré sú adresované jednotlivým aplikáciám. Protokol UDP prenáša dáta pomocou UDP datagramov. Protokoly TCP a UDP zaisťujú spojenie medzi aplikáciami bežiacimi na vzdialených počítačoch. Rozdiel medzi protokolmi TCP a UDP spočíva v tom, že protokol TCP pri príjemcovi potvrdzuje prijímané dáta. V prípade straty dát si príjemca vyžiada zopakovanie prenosu. Protokol UDP prenáša dáta pomocou datagramov. Adresou je Port (1,7).

Tabuľka 1: Porovnanie ISO/OSI a TCP/IP (vlastné spracovanie podľa 1)

ISO/OSI	TCP/IP
Aplikačná	Aplikačná
Prezentačná	
Relačná	
Trasportná	Transportná
Sieťová	Sieťová
Linková	Vrstva sieťového rozhrania
Fyzická	

2.5.3 Aplikačné protokoly

Aplikačné protokoly zodpovedajú relačnej, prezentačnej a aplikačnej vrstve ISO/OSI. Zavedením špecializovaných prezentačných-aplikačných protokolov, ako sú protokoly SSL a S/MIME sa rieši chýbajúca prezentačná vrstva (1,7).

2.6 Ethernet

Najrozšírenejším štandardom sietí LAN označujeme Ethernet. Definuje vysielanie rámcov na fyzickej vrstve spolu so signalizačnými metódami linkovej vrstvy s prístupom k detekcií kolízií CSMA/CD. Pri používaní je možné využiť rôzne topológie a káble (3).

2.7 Kabelážny systém

Všetky prvky ktoré sú potrebné k vytvoreniu komunikačnej siete sa nazývajú kabelážny systém. Do tejto skupiny patria káble, konektory, rozvádzače apod.

Kabelážne systémy sa ďalej delia na jednoúčelové, kde patria napr. koaxiálne siete, telefónne rozvody, a univerzálne ktoré zahŕňajú štruktúrovanú kabeláž(6).

2.7.1 Základné pojmy

Linka, prepája konektor v prepojovacom paneli s konektorom v dátovej zásuvke, alebo s iným prepojovacím panelom. Celková dĺžka vedenia linky je maximálne 90 m (6).

Kanál, zložený z linky a pracovného vedenia. Pracovné vedenie ďalej tvorí prepojovací kábel v dátovom rozvádzači a pripojovací kábel pracoviska. Dĺžka kanálu je maximálne 100 m (6) .

Trieda, hodnotí parametre systému ako celok, vrátane kvality inštalácie (6).

Kategória, triedi linku a kanál podľa parametrov použitia materiálov (6).

Tabuľka 2: súčasne využívané triedy a kategórie (vlastné spracovanie podľa 6)

trieda	kategória	frekvenčný rozsah	použitie
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250 MHz	ATM1200
EA	6A	do 500 MHz	10 GE
F	7	do 600 MHz	10 GE
FA	7A	do 1000 MHz	10 GE

2.7.2 Normy

České normy kabelážnych systémov, ktoré sa viažu len k ich technickým parametrom (6):

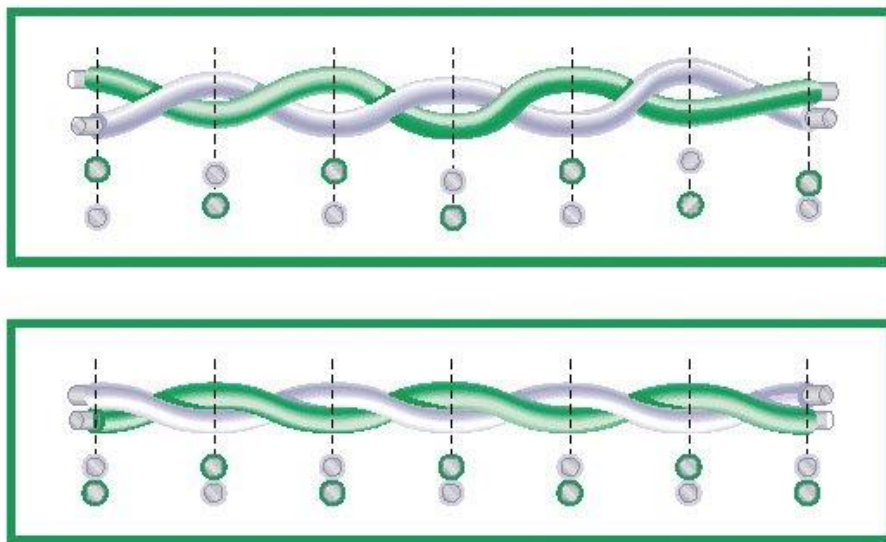
- ČSN EN 50173-1 (ekv. TIA / EIA 568) -univ. kabelážne systémy, všeobecné požiadavky
- ČSN EN 50173-2 - univerzálne kabelážne systémy pre kancelárske priestory
- ČSN EN 50174-1 - inštalácia káblových rozvodov - špecifikácia a zabezpečenie kvality
- ČSN EN 50174-2- inštalácia káblových rozvodov plánovanie a postupy inštalácie v budovách
- EN 50167 - horizontálna sekcia - rámcová špecifikácia pre káble so spoločným tienením
- EN 50168 - pracovná sekcia - rámcová špecifikácia pre káble so spoločným tienením

2.8 Prenosové prostredia

Prenosové prostredie, sa vo všeobecnosti využíva k vytvoreniu cesty, k prenosu signálov, medzi zariadeniami. K dispozícii, sú tri základné typy: metalické káble, založené na medených vodičoch, ktorými sa prenášajú elektrické signály, optické káble, ktorými sa prenášajú svetelné impulzy a priestor, ktorým sa šíri elektromagnetické vlnenie (2).

2.8.1 Metalická kabeláž

V prípade metalickej kabeláže sa najčastejšie využívajú párové symetrické káble (twisted pair cable). Kábel sa skladá z 8 vodičov tvoriacich 4 páry. Elektrický signál, ktorý je vodičmi prenášaný, je náchylný na rušenie, ktoré vzniká vzájomným pôsobením vodičov. Oba vodiče tvoriace jeden pár sú navzájom skrútené, pravidelné striedajú svoju vzájomnú polohu. Zároveň páry sú navzájom prekrútené. Tým sa minimalizuje ovplyvňovanie jedného vodiča druhým a vzájomnej vplyvy vodičov párov (1,2).



Obrázok 2: Symetria párov káblu (11)

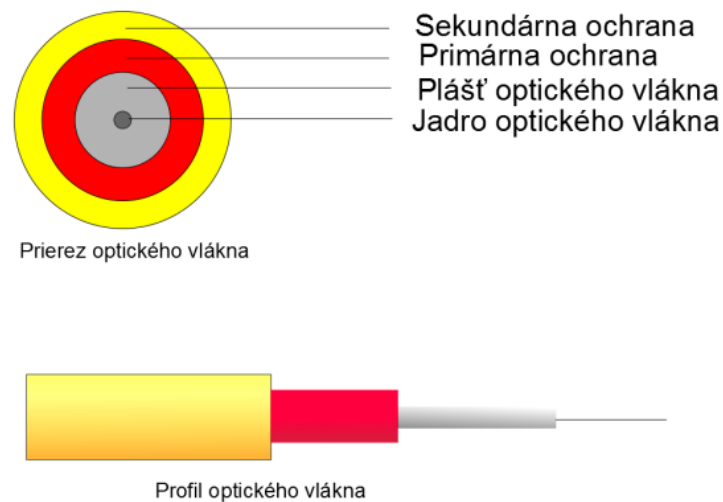
V praxi sa stretávame s 2 typmi párových symetrických káblov:

UTP (Unshielded twisted pair) - najpoužívanejší typ v metalickej kabeláži. Jednotlivé páry sú vložené do vonkajšej plastickej izolácie. Pre zabránenie vzájomného rušenia medzi jednotlivými pármami je využívaný kríž, alebo separačná páska (2).

STP (Shielded Twisted Pair) - Od netieneného kábla sa líšia kovovou výstužou - tienením, zvyšujúcim ochranu proti vonkajšiemu rušeniu. Tienený môže byť každý pár vnútri kábla alebo sa tieni iba plášť kábla. Pri tienení za použitia fólie označujeme kábel ako FTP, pri opletení STP (1,2).

2.8.2 Optická kabeláž

Optické vlákna sú tvorené dvoma vrstvami skla, prípadne plastom alebo ich kombináciou. Jadro, je určené na vedenie optického lúča. Ten sa odráža na rozhraní jadra a odrazovej vrstvy. Vláknó je tvorené vždy ako simplexný spoj, na jednej strane je vysieláč na druhej prijímač. Pre duplexný, obojsmerný spoj potrebujeme dvojicu vlákien. Keďže je jadro krehké, je potrebné ho dostatočne chrániť. Primárna ochrana zaručuje najmä ochranu pred vlhkosťou. Sekundárna ochrana zase zaručuje mechanickú ochranu (1,2).



Obrázok 3: Prierez a profil optického vlákna (12)

2.9 Sekcie kabelážneho systému

Sekcie kabelážneho systému sa podľa ich výskytu delia na chrbticovú, horizontálnu a pracovnú (6)

2.9.1 Chrbtová sekcia

Chrbtové vedenie prepojuje jednotlivé dátové rozvádzače. Pre dáta musí byť realizovaná len za použitia optických vedení. Podľa normy je topológia určená ako hviezda (6).

2.9.2 Horizontálna sekcia

Horizontálne sekcia kabeláže je časť, ktorá vykonáva rozvod z uzla dátového rozvádzača k jednotlivým užívateľským výstupom, pracovnej sekcie. Je tvorená linkou s maximálnou dĺžkou 90 m pri použití kábla s vodičom typu drôt. Fyzická topológia musí byť hviezda. Tienenie linky je uzemnené len dátovom rozvádzači (6).

2.9.3 Pracovná sekcia

Pracovná sekcia len predlžuje linky horizontálnej alebo chrbtovej sekcie. Topológiou sa podriadiť na základe pripojenej sekcie. Metalické káble musia byť s vodičom typu lanko. Maximálna dĺžka vedenia by nemala prekročiť 6 m (6).

2.10 Prvky kabelážneho systému

2.10.1 Spojovanie

Medzi spojovacie prvky kabelážneho systému sa radia konektory, dátové zásuvky, patch panely, rôzne adaptéry a spojky (6).

Konektory fungujú ako spojovací prvok jednotlivých sekcií kabeláže, sú spojovacím prvkom patch panelov a aktívnych prvkov v dátovom rozvádzači a prepájajú pracovnú sekciu s koncovými zariadeniami (6).

Konektory sa delia na zásuvky (jack) a zástrčky (plug).

Konektory typu jack sa ďalej rozdeľujú podľa typu uchytania na pevné, ktoré sú zabudované v zariadení a modulárne. Tie sú vymeniteľné a ďalej sa delia na keystone, ktorý je normalizovaný podľa noriem, a non-keystone ktorý nie je normalizovaný a líši sa podľa výrobcu (6).

Patch panel, ako ďalší spojovací prvok slúži na zakončenie linky. Jedna strana dátového kábla je zakončená v patch paneli, druhá časť najčastejšie v dátovej zásuvke a to za

použitia vhodného konektora. Prepojovanie prebieha pomocou prepojovacieho kábla, ktorý je z jednej strany zakončený v patch paneli a z druhej v porte aktívneho prvku, najčastejšie switchu. Použitie patch panelu je najpohodlnejší variant prepojovania (6).

Patch panely sa delia podľa konštrukcie na integrované, pevne osadené, kde nie je možné kombinovať ani meniť počet prvkov a modulárne. Tie majú vymeniteľné prvky panelov i zásuviek. Najčastejšie používaný rozmer prepojovacích panelov 19 " a obvyklá hustota osadenia je 24 portov na 1U (6).

Dátové zásuvky slúžia k zakončeniu horizontálne linky. Podľa konštrukcie sa rozdeľujú na integrované, pri ktorých nie je možné kombinovať voľbu prvkov osadenia z hľadiska počtu a typu a modulárne obsahujúce vymeniteľné prvky. Zásuvky sa delia podľa spôsobu montáže pre montáž na omietku, pre montáž na krabicu DIN68 v stene, prípadne v parapetnom kanále alebo pre montáž do podlahových boxov a špeciálnych držiakov. Podľa modularity je možné zásuvky deliť na keystone a non-keystone. Dôležitým parametrom je aj stupeň priemyselnej ochrany, ktorý býva v rozsahu od IP 20 až do IP 68 (9).

2.10.2 Organizácia

Organizačné prvky slúžia k prehľadnej organizácii kabeláže. Patria sem dátové rozvádzače, organizéry a iné prvky pre úchyt káblov (6).

Dátový rozvádzač slúži k ochrane umiestnených zariadení pred poškodením alebo neoprávneným vstupom. V rozvádzači sú umiestnené prvky konektivity, prvky kabeláže a aktívne prvky. Podľa umiestnenia sa delia na stojanové, nástenné, stropné a do zdvojených podláh. Podľa prevedenia sa delí na uzavreté, kde hovoríme o skrinách, alebo otvorené, rámy. Konštrukčne sú zvarané, nitované alebo skrutkované. Najčastejší rozmer je 19 ". Pri stojanových skriňových rozvádzačoch je najpoužívanější výška 42U. Medzi príslušenstvo dátových rozvádzačov patria organizéry kabeláže, chladiace jednotky, police atď. (6).

2.10.3 Značenie

Požiadavky na správne značenie prvkov kabeláže stanovuje norma EN 50174. Existujú 3 základné typy značenia a to identifikačné, informačné a výstražné. Podľa normy musia byť značené všetky káble na oboch koncoch, káblové zväzky na koncoch a v mieste vetvenia a kríženia trás, patch panely a ich porty, zásuvky a ich porty, dátové rozvádzače, aktívne prvky a ich porty. Značenie musí spĺňať niekoľko požiadaviek, ako jednoznačnosť, čitateľnosť a ochrana proti zmazaniu a vplyvom prostredia (6).

Pri identifikácii jednotlivých prvkov kabelážneho systému je potrebné využívať identifikačný kód. V praxi sa využíva priamy a reverzný (6).

Priamy identifikačný kód priradzuje portu dátovej zásuvky určitý port patch panelu. Pre tento spôsob značenia je vytvorený kód so vzorom O.PP.MMM.ZZ.X, kde:

O - číslo objektu

PP - číslo podlaží

MMM - číslo miestnosti

ZZ - číslo zásuvky

X - číslo portu v zásuvke

Takto vytvorený kód je napísaný nad príslušným portom zásuvky a prepojovacieho panelu. Pri použití tohto typu kódu je potrebné mať v rozvádzači tabuľku s prehľadom miestností, a identifikačné štítky musia byť nie len na kábloch a zásuvkách ale aj na portoch patch panelu (6).

2.11 Aktívne prvky

2.11.1 Repeater

Je najjednoduchším aktívnym sieťovým prvkom, ktorý prijíma skreslený, narušený alebo inak poškodený signál a opravený, zosilnený ho vyslať ďalej. Umožňuje teda zvýšiť dosah prenosového kanála bez straty kvality a obsahu signálu. Opakovač nedokáže filtrovať dáta, preto ich rozosiela všetkým počítačovým staniciam v danej sieti (3).

2.11.2 Switch

Zariadenie, ktoré prijíma prichádzajúce dátové pakety a presmeruje ich do cieľa v lokálnej sieti. Prepínač dokáže oddeliť komunikujúce stanice od zvyšku siete, čo má za následok vytvorenie virtuálneho okruhu medzi nimi. Zariadenia sú k nemu pripájané na základe hviezdicovej topológie. Pracuje na linkovej vrstve ISO/OSI (3).

2.11.3 Router

Router je aktívnym prvkom na sieťovej vrstve ISO/OSI. Analyzuje obsah dátových paketov prenášaných v rámci siete. Smerovače určujú, či sa zdroj a cieľ nachádzajú v rovnakej sieti alebo či je potrebné prenášať dáta z jedného sieťového typu do druhého, čo vyžaduje zapuzdrenie dátového paketu s informáciami o hlavičke smerovacieho protokolu pre nový typ siete. Zhromažďuje informácie o pripojených sieťach a následne vyberá najvhodnejšiu cestu pre posielanie paketov (3).

3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

3.1 Analýza súčasného stavu

Táto časť bakalárskej práce sa bude venovať komplexnej analýze budovy, vrátane popisu spoločnosti, požiadavkám investora a výške investície.

3.2 Popis firmy

Investorom projektu je slovenská spoločnosť, zaoberajúca sa oblasťami auditov, účtovníctva a finančníctva a ich poradenstvom. Spoločnosť pôsobí na trhu takmer 20 rokov. Z dôvodu expanzie, je potrebné otvoriť novú pobočku pre približne 30 zamestnancov. Na prianie firmy nie je uvedený jej názov.

3.3 Popis miesta

Výstavba budovy je plánovaná v širšom cente Banskej Bystrice. V okolí sa nachádza pomerne hustá zástavba.. Dostupnosť inžinierskych sietí je na veľmi dobrej úrovni. To sa týka aj internetu, ktorý je sprostredkovaný optickým vedením od poskytovateľa Telekom. Bližšie informácie investor neposkytol.

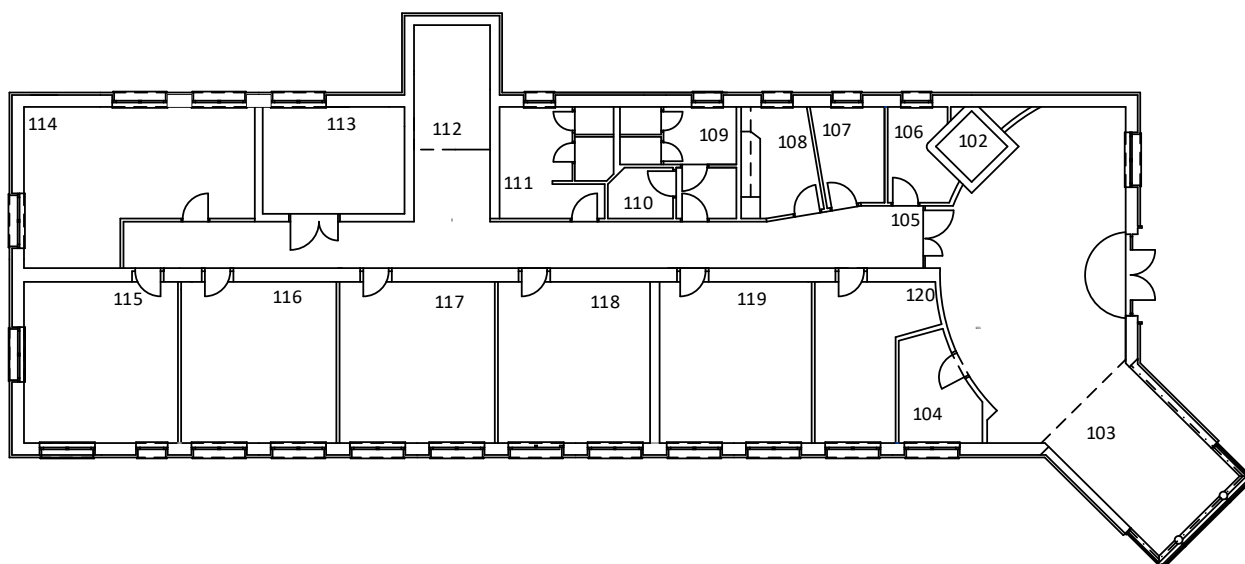
3.4 Popis budovy

Jedná sa o dvojpodlažný objekt s celkovou úžitkovou plochou 740 m². Z konštrukčného hľadiska je základom železobetónový skelet s výplňami z pórobetónu. Jednotlivé kancelárie budú oddelované sadrokartónovými priečkami a sklenenými tabuľami. Všetky stropy, budú pokryté podhl'admi. Budova má zameranie viac úžitkové ako estetické.

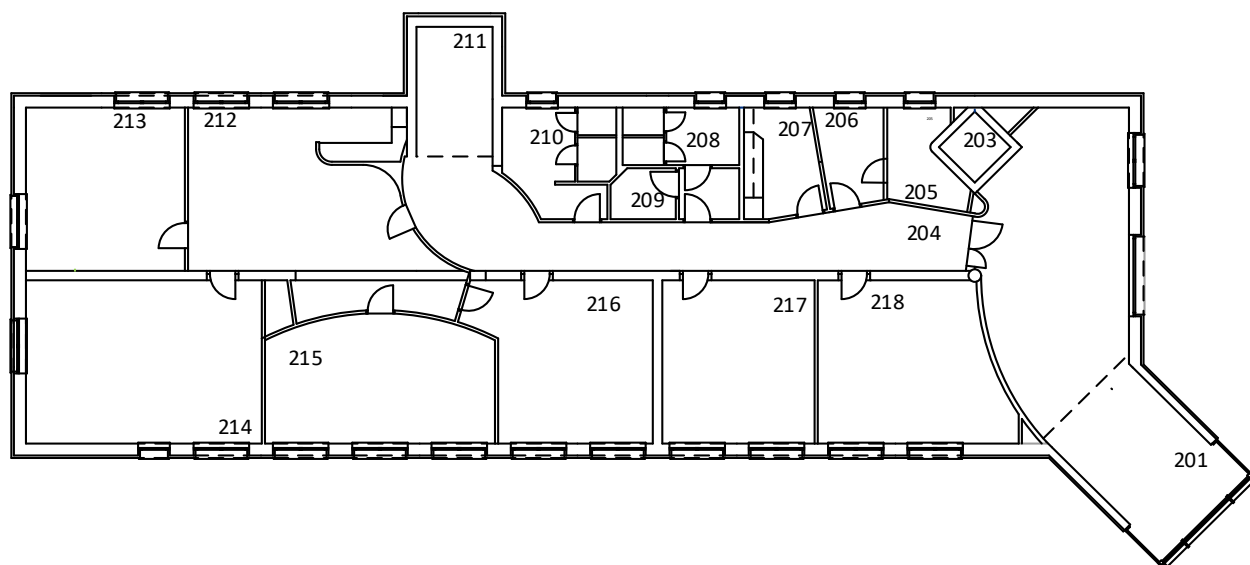
Budova bude disponovať dvoma schodiskami. Jedným vo vstupnej hale, a druhým približne v strede budovy. Samozrejmosťou, je aj výťah.

Plánovaná výstavba objektu je určená na jeseň 2019.

Pôdorys jednotlivých miestností je na obrázkoch 4 a 5.



Obrázok 4: Pôdorys 1. podlažia (vlastné spracovanie)



Obrázok 5: Pôdorys 2. podlažia (vlastné spracovanie)

3.5 Popis miestností

Návrh plánovanej budovy počíta s dvomi podlažiami. V plánoch budovy je zavedené jednoduché označovanie jednotlivých miestností. Prvé číslo značí podlažie, nasledujúce dvojčíslo miestnosť. Po vstupe do budovy sa čísluje od pravej strany.

Toto značenie ponechám aj v mojom návrhu.

3.5.1 1. Podlažie

Na prvom podlaží sa nachádza 15 miestností, z toho 7 kancelárií.

Podrobnejší popis miestností v ktorých budú umiestnené prípojné miesta:

- 104 (recepčia) – je určená pre jedného zamestnanca s pridelenou jednou zásuvkou
- 105 (chodba) - strop v hlavnej chodbe je pokrytý podhlľadom. Ten bude slúžiť pri vedení kabeláže do jednotlivých miestností. Zároveň sa bude na oboch koncoch nachádzať dátová zásuvka slúžiaca na pripojenie IP kamery a Access pointu.
- 114 (kancelária) – určená pre troch zamestnancov. Každému z nich bude pridelená jedna dvojportová dátová zásuvka pre pripojenie PC.
- 115-119 (kancelárie) – podobne ako v miestnosti 114, tu budú pracovať traja zamestnanci. Jednotlivé kancelárie sú navzájom od seba oddelené sadrokartónovými priečkami, v ktorých budú umiestnené zásuvky
- 120 (kancelária) – určená výhradne pre jedného zamestnanca, a to sieťového technika. Tomu bude taktiež pridelená jedna zásuvka

Rozloha jednotlivých miestností je uvedená v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Rozloha miestností 1. podlažia (vlastné spracovanie)

Číslo	Typ	Rozmery(m ²)
101	vstupná hala	49,5
102	výt'ah	2,6
103	hlavné schodište	15
104	recepčia	7,5
105	chodba	43,4
106	strojovňa výt'ahu	5,4
107	kopírovňa	6,4
108	kuchynka	8,1
109	WC muži	9,6
110	upratovacia komora	3,2
111	WC ženy	11,8
112	schodište	15,1
113	kotolňa	15
114	kancelária	30,5
115	kancelária	25,3
116	kancelária	25,3
117	kancelária	25,3
118	kancelária	25,3
119	kancelária	25,3
120	kancelária	15,3

3.5.2 2.Podlažie

Na druhom podlaží sa nachádza 13 miestností, z toho 6 kancelárií a jedna konferenčná miestnosť.

Podrobnejší popis miestností v ktorých budú umiestnené prípojné miesta:

- 204 (chodba) – bude rovnako ako na prvom podlaží súžiť na vedenie kabeláže a v podhl'ade budú umiestnené dátové zásuvky

- 205 (technická miestnosť) – je určená pre umiestnenie dátového rozvádzača, z ktorého budú začínať káblové trasy.
- 212 (kancelária) – v ktorá bude určená sekretárke. Zároveň slúži ako vchod do kancelárií 213 a 214
- 213-214 (kancelárie) – pokryté štyrmi dátovými zásuvkami. Kancelárie budú slúžiť pre manažment spoločnosti.
- 215 (konferenčná miestnosť) – v nej sa bude nachádzať jedna zásuvka umiestená na stene. Zároveň sa počíta s podlahovým boxom umiestneným v podlahe.
- 217-218 (kancelárie) – sú určené pre dvoch zamestnancov. Ako aj ostatných prípadoch im budú pridelené dva porty zásuvky

Rozloha jednotlivých miestností je uvedená v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Rozloha miestností 2. podlažia (vlastné spracovanie)

Číslo	Typ	Rozmery(m ²)
201	foyer	49,5
202	výt'ah	2,6
203	hlavné schodište	15
204	chodba	37,4
205	technická miestnosť	8,5
206	kopírovňa	6,5
207	kuchynka	8,1
208	WC muži	9,6
209	upratovacia komora	3,2
210	WC ženy	11,8
211	schodište	15,1
212	kancelária	38,5
213	kancelária	25,8
214	kancelária	34,2
215	konferenčná miestnosť	27,2
216	kancelária	28
217	kancelária	25,4
218	kancelária	29,4

3.6 Požiadavky investora

Po vzájomnej konzultácii ohľadom návrhu sieťovej infraštruktúry, predostrel investor nasledujúce požiadavky :

- Komplexný návrh pasívnych a aktívnych prvkov siete
- WLAN pokrytie v celej budove
- Pripravenie zásuvky pre IP kamery na chodbách
- Použitie bez halogénových materiálov v prípade kabeláže a jej vedenia
- Vhodné vedenie kabeláže, najmä v podhl'adoch
- Dĺžka záruky minimálne 15 rokov
- Umiestnenie dátového rozvádzača do vyhradenej miestnosti
- Dátový rozvádzač s rezervou
- Jednotný dizajn dátových zásuviek
- Každý zamestnanec (okrem manažmentu) má 2 prípojné miesta
- Umiestnenie podlahového boxu v konferenčnej miestnosti
- Technológia gigabit ethernet

3.7 Investícia

Na základe vyššie uvedených požiadaviek, rozmeroch budovy a počtu prípojných miest, je investor ochotný vložiť do návrhu 12 000 eur. Ide o sumu, za ktorú by mohlo dôjsť k vybudovaniu požadovanej siete. Cena by mala zahŕňať návrh, pasívne a aktívne prvky a v poslednom rade inšalačné práce.

3.8 Zhrnutie analýzy

V analýze došlo k priblíženiu predmetu podnikania spoločnosti, ako aj popisu plánovanej novostavby. V ňom je zahrnutá analýza budovy ako celku, ale aj jednotlivých miestností, ich rozmerov a budúceho určenia.

Pri vlastnom návrhu riešenia musia byť zahrnuté vyššie uvedené skutočnosti zároveň s požiadavkami investora.

4 Vlastný návrh riešenia

V tejto časti bakalárskej práce sa zameriam na navrhnutie riešenia sieťovej infraštruktúry. Návrh bude zahŕňať štruktúrovanú kabeláž, aktívne prvky a ich jednotlivé rozmiestnenie. Vstupnými podkladmi bude analýza súčasného stavu, teoretické východiská a normy.

4.1 Topológia siete

S ohľadom na celkové rozmery budovy, počet pripojených miest a vyhradenie technickej miestnosti, bude vhodné vytvorenie jednej horizontálnej sekcie spojením oboch podlaží. V žiadnom z prípadov vedenia káblových trás nedôjde k presiahnutiu dĺžky linky povolenej normou ČSN EN 50173. Fyzickou topológiou bude hviezda.

4.2 Technológia prenosu

Vzhľadom na požiadavky investora bude použitá technológia prenosu GE. Pre ňu je potrebné zvoliť kabeláž triedy D a kategórie 5e.

4.3 Prípojná miesta

Počet prípojných miest bude závisieť od potrieb jednotlivých zamestnancov.

V prvom podlaží sa nachádza 6 kancelárií (114-119), v ktorých budú pracovať 3 ľudia. Každému z nich, bude pridelená jedna, dvojportová zásuvka. Jeden port bude slúžiť primárne na pripojenie stolného počítača/NTB. Druhý port, môže byť v budúcnosti využitý napr. na pripojenie IP telefónie.

Kancelária 120 bude určená pre administrátora siete, kde je rovnako požadovaná len jedna, dvojportová zásuvka.

Miestnosť 107, bude slúžiť ako kopírovňa. Jeden port bude určený pre tlačiareň, druhý zostane ako rezerva.

Na oboch koncoch chodby bude zásuvka zakončená v podhl'ade. Jeden port bude slúžiť pre pripojenie AP, druhý investor žiada pripraviť pre IP kameru. Obe zariadenia budú napájané cez POE.

Tabuľka 5: PrípojnÉ miesta na 1. podlaží (vlastné spracovanie)

číslo miestnosti	typ	prípojnÉ miesta
104	recepčia	2
105	chodba	4
107	kopírovňa	2
114	kancelária	6
115	kancelária	6
116	kancelária	6
117	kancelária	6
118	kancelária	6
119	kancelária	6
120	kancelária	2
celkový počet		46

Druhé podlažie je takmer totožné s výnimkou kancelárií 217 a 218 kde budú len dvaja zamestnanci.

V konferenčnej miestnosti bude podľa požiadaviek umiestnený podlahový box.

Kancelárie 213 a 214 sú určené pre manažment a sú požadované 4 prípojnÉ miesta.

Tabuľka 6: Prípojnité miesta na 2. podlaží (vlastné spracovanie)

číslo miestnosti	typ	prípojnité miesta
204	chodba	4
206	kopírovňa	2
212	kancelária	2
213	kancelária	4
214	kancelária	4
215	konferenčná miestnosť	8
216	kancelária	2
217	kancelária	4
218	kancelária	4
celkový počet		34

4.4 Káblové trasy

Celý objekt, je navrhnutý ako jedna horizontálna sekcia. Veľkou výhodou, je umiestnenie podhládov v celom objekte. Kabeláž bude vedená v podhladoch, dutých priečkach a v stenách z pórobetónu.

4.4.1 1.Podlažie

Dátový rozvádzač, je umiestnený v druhom podlaží v miestnosti 205. Odtiaľ bude stúpačkou privedený celý zväzok 46 káblov do prvého podlažia. Tu bude vedený žľabom s rozmerom 35x200mm cez miestnosť 107 až na chodbu. Tu dôjde k rozdvojeniu. 4 káble smerujúce k východu z budovy budú zakončené zásuvkou na chodbe v podhlade a v miestnosti 104. Druhá trasa bude smerovať pozdĺž chodby. Tu, bude v prípade miestností 115 – 119, smerovať zväzok káblov z podhladu cez dutú stenu až k zásuvke. Hlavný žľab bude končiť v miestnosti 114, kde dôjde k rozbočeniu, a vedeniu káblov v žľaboch s rozmerom 35x100 mm.

4.4.2 2.Podlažie

V druhom podlaží, je trasa vedenia približne rovnaká. Z dátového rozvádzača, pôjde zväzok 34 káblov v žľabe, s rozmerom 35x200 mm cez miestnosť 206, až na chodbu. Znovu dôjde k rozdvojeniu a trasa smerom k východu, bude ukončená zásuvkou v podhl'ade a bude viesť do miestnosti 218, kde bude v stene ukončená zásuvkou. Na trase vedenej pozdĺž chodby dôjde opäť k vetveniu. V miestnostiach 216- 28 budú zväzky vedené v dutej stene. V miestnostiach 212-215 dôjde k rozbočeniu a vedeniu káblov v užších žľaboch. V miestnosti 215, bude 6 káblov zakončených v podlahovom boxe.

4.5 Kabeláž

Táto časť práce bude zameraná na výber jednotlivých káblov pre vybrané sekcie.

4.5.1 Horizontálna sekcia

V celom objekte sa po položení kabeláže nepredpokladá že by mohlo dôjsť k rušeniu signálu, preto bude postačovať netienená kabeláž. Keďže v uzavretej budove bude zvýšený počet osôb, je vhodné použiť kábel s bez halogénovým materiálom plášťa. Tieto podmienky spĺňa Belden 1583ENH kategórie 5e, typu drôt.



Obrázok 6: UTP kábel Belden (13)

4.5.2 Pracovná sekcia

Pre prepojenie horizontálnej sekcie, navrhujem použitie káblov s už osadenými konektormi, tzv. Patch Cord. V tomto prípade jedná o netienený kábel kategórie 6 typu lanko.

Pre lepšiu orientáciu budú patch cordy farebne odlišené:

- K-UTP28NHC6WH-0.5- prepojenie dátového rozvádzača so switchom pre 1. podlažie
- K-UTP28NHC6YL-0.5- prepojenie dátového rozvádzača so switchom pre 2. podlažie
- K-UTP28NHC6WH-3 – prepojenie prípojného miesta pracovnými zariadeniami



Obrázok 7: Patch cord cat. 6 (14)

4.6 Spojovacie prvky kabeláže

V tejto časti práce sa zameriam na výber jednotlivých spojovacích prvkov, ako sú napr. zásuvky, patch panely a konektory.

4.6.1 Dátové zásuvky

Návrh počíta s použitím dvoch typov zásuviek. Dátové zásuvky montované pod omietku, do krabice 68 mm, a zásuvky do podlahových krabíc.

Dátové zásuvky určené pod omietku navrhujem od spoločnosti ABB v dizajne Element. Konkrétne sa jedná o model 5014E-A00400 01 s rámčekom 3901E-A00110 01 v bielej farbe. Táto modulárna zásuvka je určená pre osadenie až troch konektorov. Na pozíciách kde nebude inštalovaný konektor bude použitá záslepka CMBWH-X. Do podlahového boxu navrhujem použitie CFPFF2AW, s rozmermi 45x45 mm.



Obrázok 8: Zásuvka do podlahového boxu (15)

4.6.2 Konektory

Pre zakončenie liniek v dátových zásuvkách a patch paneloch navrhujem konektory značky Panduit, rady Mini-Com. Jednotlivé konektory sa budú líšiť len farbou, v zásuvkách to bude biely CJ588AWY a v patch paneloch čierny CJ588BLY.



Obrázok 9: Konektor rady Mini-Com (15)

4.6.3 Podlahový box

V konferenčnej miestnosti je potrebná inštalácia podlahového boxu. Vhodným výrobcom je firma Kopos. Preto navrhujem podlahovú krabicu KUP 57_FB ktorá bude zaliata do betónu. Následne je potrebný rám krabice KOPOBOX 57_LB ,prístrojovú krabicu KPP 80_LB a podložku PP 80/45/6_LB.



Obrázok 10: Kopos podlahový box (16)

4.6.4 Elektroinštalačné krabice

Kabeláž bude zakončená v stenách z pórobetónu a v dutých stenách. V prvom prípade bude použitá prístrojová krabica s hĺbkou 43 mm KP 68_KA. Pre montáž do sadrokartónu navrhujem KI 68 L/1.



Obrázok 11: Elektroinštalačná krabica do sadrokartónu (16)

4.6.5 Patch Panel

Do dátového rozvádzača navrhujem použitie modulárneho 2U patch panelu značky Panduit, konkrétne CPPL48WBLV. Je možné ho osadiť až 48 portami, kompatibilnými s konektormi rady Mini-Com.



Obrázok 12: Panduit patch panel (15)

4.7 Organizácia kabeláže

Pre lepšiu orientáciu pri vedení kabeláže je potrebné ju organizovať. V tejto časti popíšem jednotlivé prvky organizácie.

4.7.1 Dátový rozvádzač

Pre celý objekt je určený jeden dátový rozvádzač. Ten bude umiestnený v miestnosti 205 v druhom podlaží. Pre potreby spoločnosti navrhujem stojanový dátový rozvádzač s výškou 42U a montážnou šírkou 19“ pri hĺbke 800mm, konkrétne RMA-42-A88. Firma môže v budúcnosti využiť voľné miesto napr. pre inštalovanie servera.



Obrázok 13: Dátový rozvádzač (17)

4.7.2 Organizéry kabeláže

Z dôvodu prehľadnejšej organizácie kabeláže vedenej v dátovom rozvádzači, navrhujem použitie uzavretých organizérov značky Panduit , WMP1E, s výškou 2U.



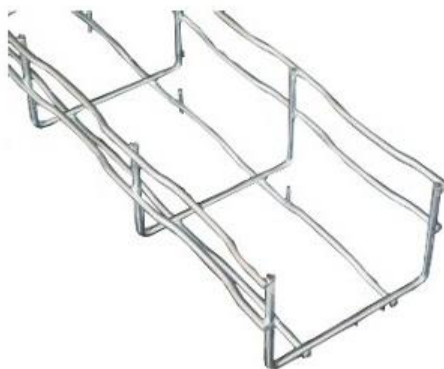
Obrázok 14: Horizontálny organizér kabeláže (15)

4.8 Vedenie kabeláže

Táto časť návrhu sa orientuje na prvky, ktoré budú využité pri vedení kabeláže.

4.8.1 Žľaby

Z dátového rozvádzača vedú káble do stropných podhládov. Preto navrhujem použiť drôtené žľaby značky Kopos. Pri vedení hlavného zväzku káblov budú použité žľaby s výškou 35 mm a šírkou 200 mm z dôvodu dostatočnej kapacity trasy, konkrétne DZ 35X200_BZNCR. V prípadoch, kde bude potrebné viesť menšie káblové zväzky v podhládach v kanceláriách budú použité žľaby so šírkou 100mm a výškou 35 mm.



Obrázok 15: Drôtený žľab (16)

4.8.2 Trubky

V prípade, keď bude potrebné káble viesť v stene, budú uložené do elektroinštalačných trubiek od výrobcu Kopos s označením 1220HFPP_L100. Tie budú viesť od podhl'adu až k do krabíc v stene. Sú vyrobené z bez halogénového materiálu. Vnútorňý priemer 14,1 mm je vhodný pre vloženie 2 káblov.



Obrázok 16: Elektroinštalačná trubka (16)

4.9 Aktívne prvky

4.9.1 Switch

Navrhujem použitie dvoch switchov značky HPE, konkrétne model HP 1820 (J9984A). Jedná sa o switch s manažmentom so 48 gigabitovými portami, podporujúcimi PoE.



Obrázok 17: Switch HP(18)

4.9.2 Router

Ako router navrhujem použiť Mikrotik CCR1009-7G-1C-1S+. Má 7 LAN gigabit ethernetových portov, a bude umiestnený do dátového rozvádzača.



Obrázok 18: Router mikrotik (19)

4.9.3 Access point

Bezdrôtové pripojenie, bude v budove pokryté štyrmi Access pointami, umiestnenými na chodbách. Pre tento účel, navrhujem zariadenie Ubiquiti UAP-AC-LR. Tento prístupový bod pracuje na frekvenciách 2,4/5 ghz, podporuje štandardy 802.11a/b/g/n/ac. Napájanie bude riešené cez PoE.



Obrázok 19: Access point Ubiquiti (20)

4.10 Značenie

Značenie kabeláže je nevyhnutnou súčasťou celého návrhu. Kompletne značenie portov a káblov je uvedené v prílohe 4 a 5.

4.10.1 Dátový rozvádzač

V budove, sa bude nachádzať jeden dátový rozvádzač. Umiestnený, bude v druhom podlaží, v miestnosti 205. V budúcnosti, sa nepredpokladá osadenie viacerých rozvádzačov, aj napriek tomu, ho navrhujem označiť ako DR-1. Štítok s označením, bude umiestnený v ľavom hornom rohu rozvádzača.

4.10.2 Patch panely

Patch panely, konkrétne dva navrhujem označiť ako PP-1 a PP-2. Štítok s označením bude rovnako ako u rozvádzačov umiestnený v ľavom hornom rohu.

4.10.3 Dátové zásuvky

Dátové zásuvky navrhujem označiť reverzným identifikačným kódom, v tvare PXX, kde:

- P označuje patch panel (PP-1, PP-2)
- XX označuje port patch panelu (01-48)

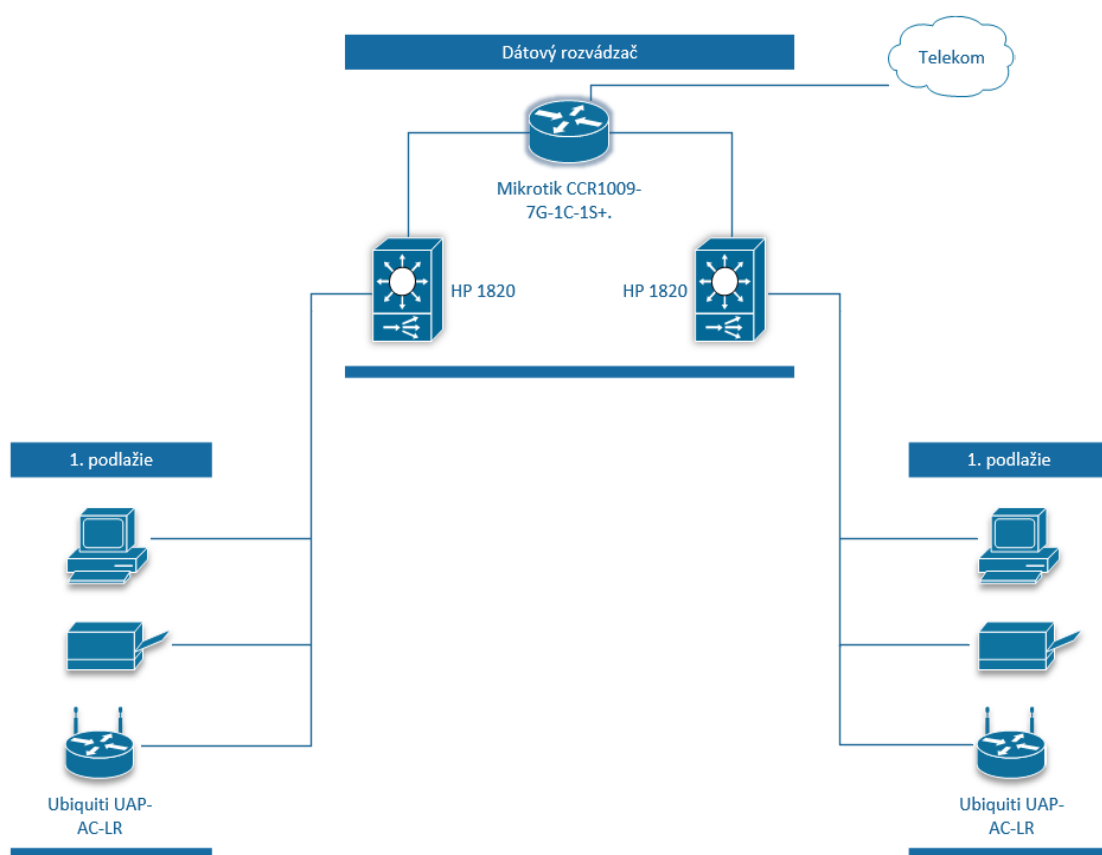
Toto označenie, sa bude nachádzať na štítkoch nad každým portom zásuvky.

4.10.4 Káble

Káble, navrhujem označiť rovnakým spôsobom, ako dátové zásuvky. Štítky, na ich označenie, sa budú nachádzať na oboch koncoch linky.

4.11 Logická schéma siete

Internet, bude riešený optickým pripojením do routeru od poskytovateľa Telekom. Následne budú k routeru pripojené dva switche umiestnené v dátovom rozvádzači. Odtiaľ budú linky vedené až k dátovým zásuvkám. V dobe návrhu, je plánované zapojenie koncových zariadení, ako sú počítače v kanceláriách, prístupové body na chodbách a tlačiareň, vo vyhradenej miestnosti. V budúcnosti, by mohli ako koncové zariadenia, pribudnúť IP kamery a VoIP telefóny.



Obrázok 20: Logická schéma siete (vlastné spracovanie)

4.12 Ekonomické zhodnotenie

Posledná časť návrhu sa venuje celkovému ekonomickému zhodnoteniu potrebnému k vybudovaniu sieťovej infraštruktúry. Výsledná cena 10 618 eur, zahŕňa aktívne a pasívne prvky, cenu inštalácie a návrhu. Rozhodol som sa do výslednej ceny zakomponovať aj rezervu, ktorá môže slúžiť na úhradu menších nákladov.

Výsledná cena vrátane odhadov za inštaláciu a návrh sa zmestila do limitu investora.

Detailný popis rozpočtu je v Prílohe 7.

Tabuľka 7: Rozpočet projektu (vlastné spracovanie)

Položka	Cena bez Dph	Cena s DPH
Aktívne Prvky	1861,8	2234,16
Pasívne prvky	3737,04	4484,448
Ostatné	3900	3900
Cena celkom	9498,84	10618,608

ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo vytvoriť komplexný návrh sieťovej infraštruktúry plánovanej administratívnej budovy, a základe analýzy súčasného stavu, zahŕňajúcej požiadavky investora, a teoretických východísk.

V prípade analýzy súčasného stavu bolo potrebné zistiť čo najviac informácií ohľadom objektu. Na ich podklade bolo možné konzultovať s investorom jednotlivé požiadavky na kabelážny systém. Jednou z požiadaviek bol aj strop rozpočtu, ktorý sa v konečnom dôsledku v mojom návrhu podarilo splniť.

V poslednej časti som sa snažil o čo najspoľahlivejší návrh s prihliadnutím na bezpečnosť a estetiku riešenia. Celá sieť je založená na prenosovej technológii Gigabit Ethernet. Jednotlivé prvky, či už pasívne alebo aktívne sú od renomovaných výrobcov.

Týmto sa mi podarilo naplniť cieľ mojej bakalárskej práce. Verím, že mojim riešením, môže práca poslúžiť pri rozhodovaní o novej sieťovej infraštruktúre. Zároveň si myslím že návrh je dostatočne kvalitný na to aby bol v budúcnosti plnohodnotne implementovaný.

Zoznam Použitých Skratiek a Symbolov

ISO	International Standards Organization
OSI	Open System Interconnection
LAN	Local area network
WAN	Wide area network
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
SSL	Secure Sockets Layer
DCE	Data Circuit-terminating Equipment
DTE	Data Terminal Equipment
IP	Internet Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
S/MIME	Secure/Multipurpose Internet Mail Extensions
HTTP	The Hypertext Transfer Protocol
IMAP	Internet Message Access Protocol
POP3	Post Office Protocol
FTP	File transfer protocol
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
Cat.	Category
ČSN	Česká technická norma
UTP	Unshielded Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
FTP	Foiled Twisted Pair
U	Unit
PoE	Power over Ethernet
AWG	American wire gauge

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- (1) KABELOVÁ, Alena a Libor DOSTÁLEK. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 5. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Computer Press, 2008. Všechny cesty k informacím. ISBN 80-72266756.
- (2) SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (3) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. Bestseller (Computer Press). ISBN 978-80-251-3176-3.
- (4) HORÁK, Jaroslav. *Vytváříme domácí bezdrátovou síť*. 1., vyd. Brno: Computer Press, 2011. Bestseller (Computer Press). ISBN 978-80-251-2236-5.
- (5) KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. *Počítačové sítě*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-2513-825-0.
- (6) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015, 350 s. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (7) ACM a ASSOC. FOR COMPUTING MACHINERY. *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education* [online]. New York, NY: ACM, 2010 [cit. 2019-05-01]. ISBN 9781450300063. Dostupné z: http://delivery.acm.org/10.1145/1740000/1734313/p143-feinberg.pdf?ip=147.229.217.109&id=1734313&acc=ACTIVE%20SERVICE&key=D6C3EEB3AD96C931%2E37BEA2AE23C6EA99%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35&__acm__=1525189811_d680acc63e6b19baaf0d4a09d25a22e
- (8) ACM presents MOBICOM '95: proceedings of the First Annual International Conference on Mobile Computing and Networking [online], November 13-15, 1995, Berkeley, California, USA. New York: Association for Computing Machinery, 1995. [cit. 2010-05-01] ISBN 0897918142. Dostupné z: <http://delivery.acm.org/10.1145/220000/215544/p2-balakrishnan.pdf?ip=147.229.217.109&id=215544&acc=ACTIVE%20SERVICE&key>

=D6C3EEB3AD96C931%2E37BEA2AE23C6EA99%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E38B35&__acm__=1525185212_22a73bd15161b014b9ff7c0eebd029d0

(9) JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

(10) dofollow bookmarking sites. Bus ring star and mesh topologies [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://dofollowbookmarkingsites.info/bus-ring-star-and-mesh-topologies-23ca2283fb/>

(11) Accu-tech. Belden - The Bonded Pair Advantage [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.accu-tech.com/accu-insider/belden-the-bonded-pair-advantage>

(12) Optokomunikačné informačné systémy 2 [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: https://moodle.pf.ku.sk/pluginfile.php/30205/mod_resource/content/0/Elektronicka_ucebnica/lab3.html

(13) Conrad Electronic – obchod s elektronikou a technikou [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.conrad.sk/>

(14) KASSEX s.r.o. Belden - Hirschmann - Panduit Distributor. KASSEX s.r.o. Belden - Hirschmann - Panduit Distributor [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.kassex.cz/>

(15) Panduit. Electrical and Network Cables, Connectivity, Wire Management [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/>

(16) Česká republika. KOPOS KOLÍN a.s. Česká republika | KOPOS KOLÍN a.s. [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs>

(17) TRITON. Triton.cz [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.triton.cz/>

(18) HPE. Hewlett Packard Enterprise (HPE) [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.hpe.com/>

(19) T.S.BOHEMIA. T.S.BOHEMIA – Váš rodinný elektromarket. [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: tsbohemia.cz

(20) UBIQUITI NETWORKS. Ubiquiti Networks – Wireless networking products for broadband and enterprise. [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.ui.com>

5 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Topológie sietí	15
Obrázok 2: Symetria párov káblu	21
Obrázok 3: Prierez a profil optického vlákna	22
Obrázok 4: Pôdorys 1. podlažia	28
Obrázok 5: Pôdorys 2. podlažia	28
Obrázok 6: UTP kábel Belden	37
Obrázok 7: Patch cord cat. 6	38
Obrázok 8: Zásuvka do podlahového boxu	39
Obrázok 9: Konektor rady Mini-Com	40
Obrázok 10: Kopos podlahový box	40
Obrázok 11: Elektroinštalčná krabica do sádkartónu	41
Obrázok 12: Panduit patch panel	41
Obrázok 13: Dátový rozvádzač	42
Obrázok 14: Horizontálny organizér kabeláže	43
Obrázok 15: Drôtený žľab	44
Obrázok 16: Elektroinštalčná trubka	44
Obrázok 17: Switch HP	45
Obrázok 18: Router mikrotik	45
Obrázok 19: Access point Ubiquiti	46
Obrázok 20: Logická schéma siete	48

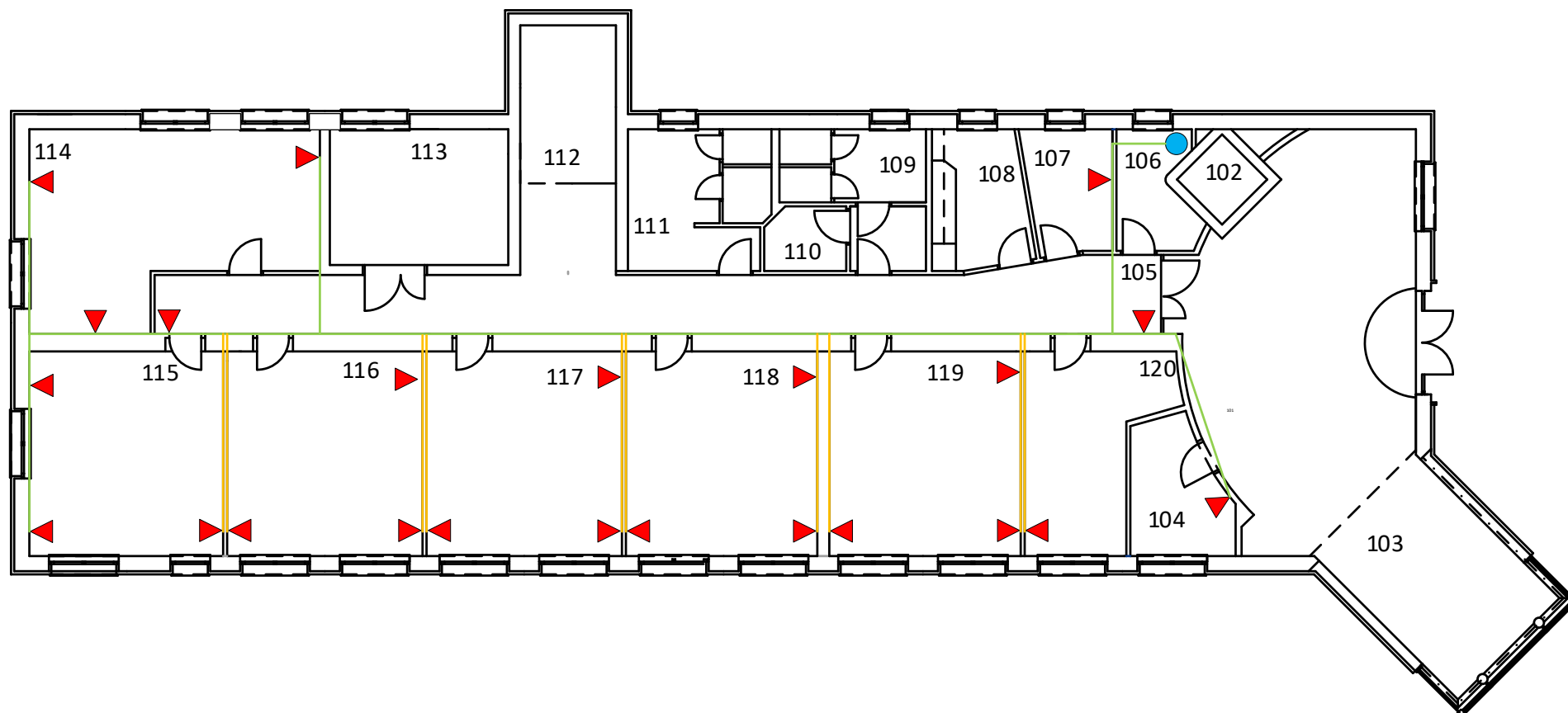
6 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Porovnanie ISO/OSI a TCP/IP	18
Tabuľka 2: súčasne využívané triedy a kategórie	20
Tabuľka 3: Rozloha miestností 1. podlažia	30
Tabuľka 4: Rozloha miestností 2. podlažia	31
Tabuľka 5: Prípojné miesta na 1. podlaží	35
Tabuľka 6: Prípojné miesta na 2. podlaží	36
Tabuľka 7: Rozpočet projektu	49

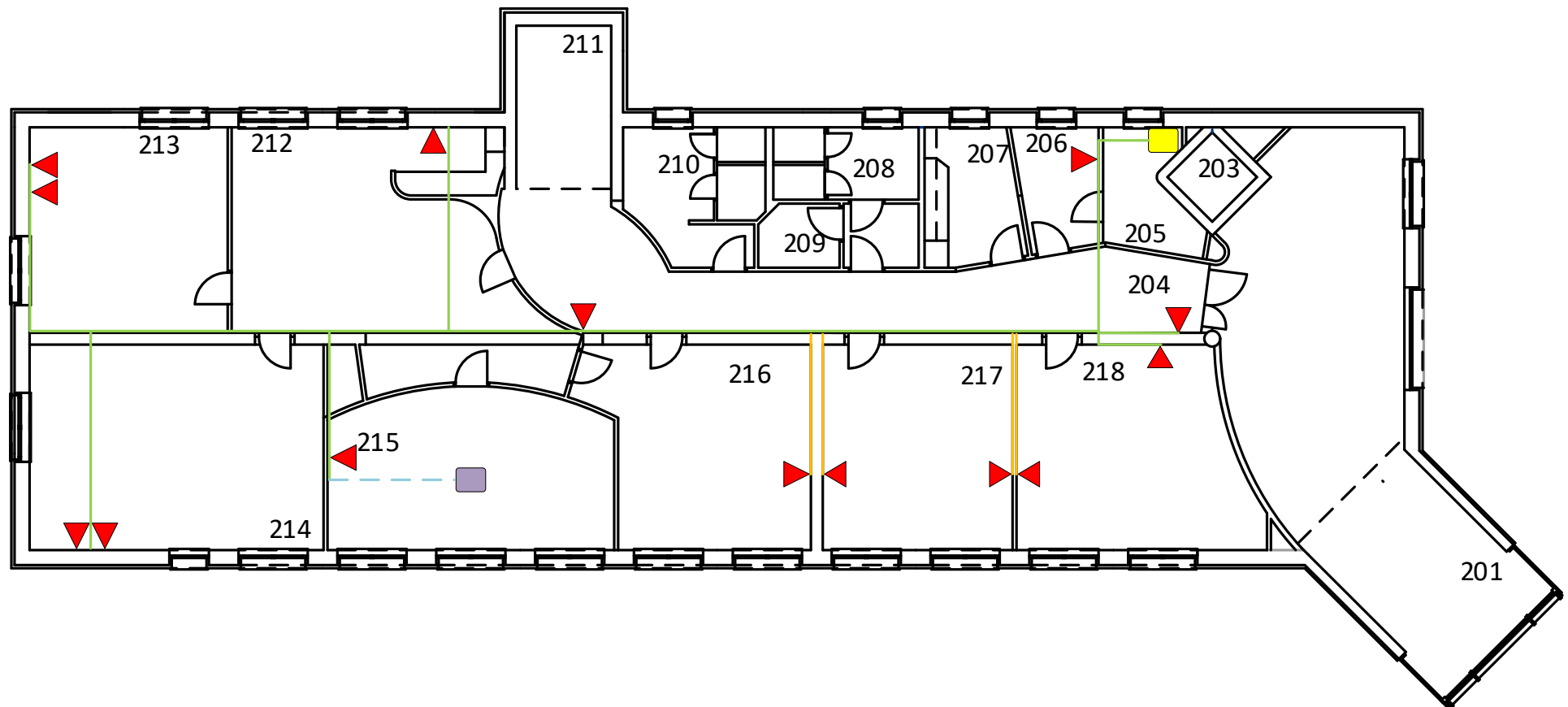
7 ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Pôdorys prvého podlažia s nákresom trás	i
Príloha 2: Pôdorys druhého podlažia s nákresom trás	ii
Príloha 3: Legenda	iii
Príloha 4: Popisná tabuľka kabeláže	iv
Príloha 5: Popisná tabuľka kabeláže	v
Príloha 6: Návrh dátového rozvádzača	vi
Príloha 7: rozpočet projektu.....	vii






Príloha 1: Pôdorys prvého podlažia s nákrešom trás (Zdroj: vlastné spracovanie)



Príloha 2: Pôdorys druhého podlažia s nákrešom trás (Zdroj: vlastné spracovanie)



Príloha 3: Legenda (Zdroj: vlastné spracovanie)

Legenda	
	Podlahový box
	Dátová zásuvka
	Dátový rozvádzač
	Trasa v podlahe
	Trasa v podhl'ade

Príloha 4: Popisná tabuľka kabeláže (Zdroj: vlastné spracovanie)

Patch panel		Miestnosť		Zásuvka		Kábel	
označenie	port	číslo	popis	typ	označenie	označenie	dĺžka
PP-1	01	104	recepčia	5014E-A00400 01	A01	A01	17,5
PP-1	02			5014E-A00400 01	A02	A02	17,5
PP-1	03	105	chodba	5014E-A00400 01	A03	A03	11
PP-1	04			5014E-A00400 01	A04	A04	11
PP-1	05			5014E-A00400 01	A05	A05	33,5
PP-1	06			5014E-A00400 01	A06	A06	33,5
PP-1	07	107	kopírovňa	5014E-A00400 01	A07	A07	6,5
PP-1	08			5014E-A00400 01	A08	A08	6,5
PP-1	09	114	kancelária	5014E-A00400 01	A09	A09	35,5
PP-1	10			5014E-A00400 01	A10	A10	35,5
PP-1	11			5014E-A00400 01	A11	A11	37
PP-1	12			5014E-A00400 01	A12	A12	37
PP-1	13			5014E-A00400 01	A13	A13	42,5
PP-1	14			5014E-A00400 01	A14	A14	42,5
PP-1	15	115	kancelária	5014E-A00400 01	A15	A15	40
PP-1	16			5014E-A00400 01	A16	A16	40
PP-1	17			5014E-A00400 01	A17	A17	42,5
PP-1	18			5014E-A00400 01	A18	A18	42,5
PP-1	19			5014E-A00400 01	A19	A19	33,5
PP-1	20			5014E-A00400 01	A20	A20	33,5
PP-1	21	116	kancelária	5014E-A00400 01	A21	A21	33,5
PP-1	22			5014E-A00400 01	A22	A22	33,5
PP-1	23			5014E-A00400 01	A23	A23	24,5
PP-1	24			5014E-A00400 01	A24	A24	24,5
PP-1	25			5014E-A00400 01	A25	A25	28,5
PP-1	26			5014E-A00400 01	A26	A26	28,5
PP-1	27	117	kancelária	5014E-A00400 01	A27	A27	28,5
PP-1	28			5014E-A00400 01	A28	A28	28,5
PP-1	29			5014E-A00400 01	A29	A29	19,5
PP-1	30			5014E-A00400 01	A30	A30	19,5
PP-1	31			5014E-A00400 01	A31	A31	23,5
PP-1	32			5014E-A00400 01	A32	A32	23,5
PP-1	33	118	kancelária	5014E-A00400 01	A33	A33	23,5
PP-1	34			5014E-A00400 01	A34	A34	23,5
PP-1	35			5014E-A00400 01	A35	A35	18,5
PP-1	36			5014E-A00400 01	A36	A36	18,5
PP-1	37			5014E-A00400 01	A37	A37	22,5
PP-1	38			5014E-A00400 01	A38	A38	22,5
PP-1	39	119	kancelária	5014E-A00400 01	A39	A39	22,5
PP-1	40			5014E-A00400 01	A40	A40	22,5
PP-1	41			5014E-A00400 01	A41	A41	13,5
PP-1	42			5014E-A00400 01	A42	A42	13,5
PP-1	43			5014E-A00400 01	A43	A43	17,5
PP-1	44			5014E-A00400 01	A44	A44	17,5
PP-1	45	120	kancelária	5014E-A00400 01	A45	A45	17,5
PP-1	46			5014E-A00400 01	A46	A46	17,5
PP-1	47	Rezerva					
PP-1	48						

Príloha 5: Popisná tabuľka kabeláže (Zdroj: vlastné spracovanie)

Patch panel		Miestnosť		Zásuvka		Kábel	
označenie	Port	číslo	popis	typ	označenie	označenie	dĺžka
PP-2	01	204	chodba	5014E-A00400 01	B01	B01	9,5
PP-2	02			5014E-A00400 01	B02	B02	9,5
PP-2	03			5014E-A00400 01	B03	B03	20,5
PP-2	04			5014E-A00400 01	B04	B04	20,5
PP-2	05	206	kopírovňa	5014E-A00400 01	B05	B05	5
PP-2	06			5014E-A00400 01	B06	B06	5
PP-2	07	212	kancelária	5014E-A00400 01	B07	B07	33,5
PP-2	08			5014E-A00400 01	B08	B08	33,5
PP-2	09	213	kancelária	5014E-A00400 01	B09	B09	41,5
PP-2	10			5014E-A00400 01	B10	B10	41,5
PP-2	11			5014E-A00400 01	B11	B11	41,5
PP-2	12			5014E-A00400 01	B12	B12	41,5
PP-2	13	214	kancelária	5014E-A00400 01	B13	B13	40,5
PP-2	14			5014E-A00400 01	B14	B14	40,5
PP-2	15			5014E-A00400 01	B15	B15	40,5
PP-2	16			5014E-A00400 01	B16	B16	40,5
PP-2	17	215	Konferenčná miestnosť	5014E-A00400 01	B17	B17	32,5
PP-2	18			5014E-A00400 01	B18	B18	32,5
PP-2	19			CFPFF2AW	B19	B19	36
PP-2	20			CFPFF2AW	B20	B20	36
PP-2	21			CFPFF2AW	B21	B21	36
PP-2	22			CFPFF2AW	B22	B22	36
PP-2	23			CFPFF2AW	B23	B23	36
PP-2	24			CFPFF2AW	B24	B24	36
PP-2	25	216	kancelária	5014E-A00400 01	B25	B25	20
PP-2	26			5014E-A00400 01	B26	B26	20
PP-2	27	217	kancelária	5014E-A00400 01	B27	B27	20
PP-2	28			5014E-A00400 01	B28	B28	20
PP-2	29			5014E-A00400 01	B29	B29	14,5
PP-2	30			5014E-A00400 01	B30	B30	14,5
PP-2	31	218	kancelária	5014E-A00400 01	B31	B31	14,5
PP-2	32			5014E-A00400 01	B32	B32	14,5
PP-2	33			5014E-A00400 01	B33	B33	11,5
PP-2	34			5014E-A00400 01	B34	B34	11,5
PP-2	35	Rezerva					
PP-2	36						
PP-2	37						
PP-2	38						
PP-2	39						
PP-2	40						
PP-2	41						
PP-2	42						
PP-2	43						
PP-2	44						
PP-2	45						
PP-2	46						
PP-2	47						
PP-2	48						

Príloha 6: Návrh dátového rozvádzača (Zdroj: vlastné spracovanie)

DR	
U1	
U2	Patch Panel
U3	
U4	Organizér
U5	
U6	Switch
U7	
U8	Patch Panel
U9	
U10	Organizér
U11	
U12	Switch
U13	
U14	Router
U15	Rezerva
U16	
U17	
U18	
U19	
U20	
U21	
U22	
U23	
U24	
U25	
U26	
U27	
U28	
U29	
U30	
U31	
U32	
U33	
U34	
U35	
U36	
U37	
U38	
U39	
U40	Napájacia jednotka
U41	
U42	

Príloha 7: rozpočet projektu (Zdroj: vlastné spracovanie)

Označenie	Popis	MJ	počet	cena za MJ	Cena celkom bez DPH	Cena celkom s DPH
1583ENH	Belden UTP kábel cat.5E	m	2093	0,28	586,04	703,248
K-UTP28NHC6WH-0.5	Kassex Patch cord biely	ks	54	1,5	81	97,2
K-UTP28NHC6YL-0.5	Kassex Patch cord žltý	ks	34	1,5	51	61,2
K-UTP28NHC6WH-3	Kassex Patch cord biely	ks	72	2,3	165,6	198,72
5014E-A00400 01	Abb zásuvka	ks	38	3,9	148,2	177,84
3901E-A00110 01	Abb rámček zásuvky	ks	38	0,74	28,12	33,744
CFPFF2AW	Panduit zásuvka do boxu	ks	2	3,92	7,84	9,408
CMBWH-X	Panduit záslepka	ks	38	0,4	15,2	18,24
CJ588AWY	Pandui konektor biely	ks	80	6,21	496,8	596,16
CJ588BLY	Panduit konektor čierny	ks	80	6,21	496,8	596,16
KUP 57_FB	Kopos podlahová krabica	ks	1	25,6	25,6	30,72
KOPOBOX 57_LB	Kopos rám krabice	ks	1	41,5	41,5	49,8
KPP 80_LB	Kopos prístrojová krabica	ks	1	2,83	2,83	3,396
PP 80/45/6_LB	Kopos podložka do boxu	ks	2	8,1	16,2	19,44
KP 68_KA	Kopos elektro. Krabica	ks	22	0,18	3,96	4,752
KI 68 L/I	Kopos elektro. Krabica	ks	18	3,7	66,6	79,92
CPPL48WBLY	Panduit patch panel	ks	2	84,22	168,44	202,128
RMA-42-A88	Dátový rozvádzač	ks	1	438,95	438,95	526,74
WMP1E	Panduit organizér kabeláže	ks	2	52,3	104,6	125,52
DZ 35X200_BZNCR	Kopos žľab 35x200	m	80	6,32	505,6	606,72
DZ 35X100_BZNCR	Kopos žľab 35x100	m	44	4,54	199,76	239,712
1220HFPP_L100	Kopos trúbka	m	30	0,52	15,6	18,72
DP-RP-06-UTESP	Conteg napájací panel	ks	1	28	28	33,6
BY 1C196	Samolaminovacie etikety (500ks)	ks	1	42,8	42,8	51,36
J9984A	HP Switch	ks	2	529,7	1059,4	1271,28
CCR1009-7G-1C-1S+	Router mikrotik	ks	1	382,4	382,4	458,88
UAP-AC-LR	Ubiquiti AP	ks	4	105	420	504
-	Ostatný materiál (rezerva)	-	-	500	500	500
-	Odhad inštalácie	-	-	-	2500	2500
-	Cena projektu	-	-	-	900	900
					9498,84	10618,608